

## WO9847438

Publication Title:

BONE TRACTION DEVICE

Abstract:

The invention relates to a traction device for separating two parts of a bone, in particular for lengthening a bone or bridging over a bone gap. The device has a medullary pin (1) which can be introduced into the medullary space. This pin (1) comprises two parts (2, 3) which can be moved apart axially. Each pin part can be fixed to one of the two bone parts. The device also has a driving device (4) for driving the two parts (2, 3) of the medullary pin (1) apart. In order to enhance the bone growth process and reduce strain on the treated bone, a blocking device (17, 18) prevents the two parts (2, 3) of the medullary pin (1) from coming together again.

-----  
Data supplied from the esp@cenet database - <http://ep.espacenet.com>

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

|  |                  |   |
|--|------------------|---|
| <p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :<br/><b>A61B 17/72</b></p>   | <p><b>A1</b></p> | <p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 98/47438</b></p> <p>(43) Internationales<br/>Veröffentlichungsdatum: 29. Oktober 1998 (29.10.98)</p>  |
| <p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/02413</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 23. April 1998 (23.04.98)</p> <p>(30) Prioritätsdaten:<br/>197 17 357.8 24. April 1997 (24.04.97) DE</p> <p>(71)(72) Anmelder und Erfinder: BETZ, Augustin [DE/DE]; Im<br/>Weiler 10, D-78479 Reichenau (DE).</p> <p>(74) Anwälte: FINSTERWALD, Manfred usw.; Manitz, Finster-<br/>wald &amp; Partner, Robert-Koch-Strasse 1, D-80538 München<br/>(DE).</p>   |                  | <p>(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,<br/>BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB,<br/>GE, GH, GM, GW, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR,<br/>KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN,<br/>MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK,<br/>SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW,<br/>ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW),<br/>eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,<br/>TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES,<br/>FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent<br/>(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD,<br/>TG).</p> <p>Veröffentlicht<br/><i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p> |
| <p>(54) Title: BONE TRACTION DEVICE</p> <p>(54) Bezeichnung: KNOCHENDISTRAKTIONSVORRICHTUNG</p> <div data-bbox="332 1192 1258 1564"></div> <p>(57) Abstract</p> <p>The invention relates to a traction device for separating two parts of a bone, in particular for lengthening a bone or bridging over a bone gap. The device has a medullary pin (1) which can be introduced into the medullary space. This pin (1) comprises two parts (2, 3) which can be moved apart axially. Each pin part can be fixed to one of the two bone parts. The device also has a driving device (4) for driving the two parts (2, 3) of the medullary pin (1) apart. In order to enhance the bone growth process and reduce strain on the treated bone, a blocking device (17, 18) prevents the two parts (2, 3) of the medullary pin (1) from coming together again.</p> |                  |   |

### (57) Zusammenfassung

Distraktionsvorrichtung zum Auseinanderbewegen zweier Teile eines Knochens, insbesondere zur Knochenverlängerung oder zur Überbrückung einer Knochenlücke, mit einem in den Markraum eines Knochens einführbaren Marknagel (1), welcher zwei axial auseinanderfahrbare, jeweils an einem der beiden Knochenteile befestigbare Teile (2, 3) aufweist, und mit einer Antriebseinrichtung (4) zum Auseinanderfahren der beiden Teile (2, 3) des Marknagels (1), wobei zur Verbesserung des Knochenwachstumsprozesses und zur Verringerung der Belastung des behandelten Knochens die beiden Teile (2, 3) des Marknagels (1) durch eine Sperrvorrichtung (17, 18) gegen ein Wiederzusammenfahren gesichert sind.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

|    |                              |    |                                   |    |   |    |                                |
|----|------------------------------|----|-----------------------------------|----|---|----|--------------------------------|
| AL | Albanien                     | ES | Spanien                           | LS | Lesotho   | SI | Slowenien                      |
| AM | Armenien                     | FI | Finnland                          | LT | Litauen   | SK | Slowakei                       |
| AT | Österreich                   | FR | Frankreich                        | LU | Luxemburg                                       | SN | Senegal                        |
| AU | Australien                   | GA | Gabun                             | LV | Lettland  | SZ | Swasiland                      |
| AZ | Aserbaidshan                 | GB | Vereinigtes Königreich            | MC | Monaco  | TD | Tschad                         |
| BA | Bosnien-Herzegowina          | GE | Georgien                          | MD | Republik Moldau                                 | TG | Togo                           |
| BB | Barbados                     | GH | Ghana                             | MG | Madagaskar                                      | TJ | Tadschikistan                  |
| BE | Belgien                      | GN | Guinea                            | MK | Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien | TM | Turkmenistan                   |
| BF | Burkina Faso                 | GR | Griechenland                      | ML | Mali  | TR | Türkei                         |
| BG | Bulgarien                    | HU | Ungarn                            | MN | Mongolei  | TT | Trinidad und Tobago            |
| BJ | Benin                        | IE | Irland                            | MR | Mauretanien                                     | UA | Ukraine                        |
| BR | Brasilien                    | IL | Israel                            | MW | Malawi  | UG | Uganda                         |
| BY | Belarus                      | IS | Island                            | MX | Mexiko  | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| CA | Kanada                       | IT | Italien                           | NE | Niger   | UZ | Usbekistan                     |
| CF | Zentralafrikanische Republik | JP | Japan                             | NL | Niederlande                                     | VN | Vietnam                        |
| CG | Kongo                        | KE | Kenia                             | NO | Norwegen  | YU | Jugoslawien                    |
| CH | Schweiz                      | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | NZ | Neuseeland                                      | ZW | Zimbabwe                       |
| CI | Côte d'Ivoire                |    |                                   | PL | Polen   |    |                                |
| CM | Kamerun                      | KR | Republik Korea                    | PT | Portugal  |    |                                |
| CN | China                        | KZ | Kasachstan                        | RO | Rumänien  |    |                                |
| CU | Kuba                         | LC | St. Lucia                         | RU | Russische Föderation                            |    |                                |
| CZ | Tschechische Republik        | LI | Liechtenstein                     | SD | Sudan   |    |                                |
| DE | Deutschland                  | LK | Sri Lanka                         | SE | Schweden  |    |                                |
| DK | Dänemark                     | LR | Liberia                           | SG | Singapur  |    |                                |
| EE | Estland                      |    |                                   |    |   |    |                                |

## KNOCHENDISTRAKTIONSVORRICHTUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Distraktionsvorrichtung zum Auseinanderbewegen zweier Teile eines Knochens, insbesondere zur Knochenverlängerung oder zur Überbrückung einer Knochenlücke.

Die Verwendung einer solchen Distraktionsvorrichtung mit Marknagel ist aus der Druckschrift DE 39 21 972 C2 bekannt. Diese Vorrichtung dient insbesondere zur Verlängerung von Röhrenknochen oder Defektüberbrückung nach Trümmerbrüchen, einer Knochenentzündung oder nach Entfernen von Tumoren im Bereich langer Röhrenknochen.

Die Funktionsweise des bekannten Marknagels ist derart, daß durch Auseinanderbewegen der beiden Teile des Marknagels die beiden Teile des Knochens langsam auseinanderbewegt werden, wobei die sich dadurch bildende Lücke zwischen den beiden Knochenenden aufgrund des langsamen Vorschubes fortlaufend durch sich neu bildende Knochensubstanz überbrückt wird. Auf diese Weise können Knochen nicht nur verlängert werden, indem Knochen nach Aufbohren und Einführen des Marknagels in den Markraum durchtrennt und anschließend auseinandergezogen werden, sondern es können auch Knochenlücken überbrückt werden, indem ein von einer Lücke benachbarten Knochenende abgetrenntes Knochenstück zum anderen Ende der Lücke bewegt wird. Entsprechend kann auch das Ende eines Knochenstumpfes, also ein Knochen mit fehlendem Knochenende, verlängert werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Distraktionsvorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, durch welche der Knochenwachstumsprozeß verbessert und eventuell auch beschleunigt werden kann. Außerdem soll die Belastung und Beeinträchtigung des Knochens verringert werden.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß eine zwischen dem ersten Teil und zweiten Teil des Marknagels wirksame Sperrvorrichtung vorhanden ist, die eine Rückbewegung der beiden gegeneinander verschobenen Teile verhindert.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß aufgrund des bei dem Auseinanderbewegen der Knochenteile mitbewegten Gewebes oder bei Belastung des entsprechenden Körperteils eine dieser Bewegung entgegengerichtete Kraft auftritt, die dazu führt, daß nach jedem Vorschubprozeß das bewegte Knochenteil wieder zurückbewegt wird. Dies führt zu einer Verlangsamung und Verschlechterung des Knochenwachstumsprozesses. Durch die Erfindung wird eine Rückbewegung des bewegten Knochenteiles nach beendetem Vorschubprozeß verhindert und der Knochenwachstumsprozeß damit verbessert und beschleunigt.

Bevorzugt ist die Sperrvorrichtung so ausgebildet, daß sie eine gewünschte geringfügige Rückbewegung der beiden Teile des Marknagels zuläßt. Es hat sich nämlich gezeigt, daß der Knochenaufbau durch eine geringfügige Relativbewegung der beiden Knochenteile begünstigt wird. Besonders bevorzugt ist es dabei, wenn der Betrag der zulässigen Rückbewegung mit zunehmender Verschiebung der beiden Teile des Markna-

gels zunimmt, da der für den Knochenaufbau förderliche Bewegungsweg mit zunehmender Größe des neuen Knochenstückes ebenfalls zunimmt.

Durch die Ausgestaltung der beiden Teile des Marknagels als Kolben-Zylindereinheit, deren Teile durch einen Hydraulikantrieb gegeneinander verschiebbar sind, ist eine gegenüber bekannten Marknägeln verringerte Baugröße möglich. Der Durchmesser des Marknagels ist lediglich durch den Durchmesser des Kolbens und des Zylinders bestimmt, der bei Verwendung eines entsprechend großen Hydraulikdruckes so gering gewählt werden kann, daß die erfindungsgemäße Distraktionsvorrichtung auch für kleinere Knochen, insbesondere Knochen der oberen Extremitäten eingesetzt werden kann. Der Hydraulikantrieb ermöglicht außerdem einerseits das Einbringen einer ausreichend großen Distraktionskraft und andererseits eine weitgehend unabhängige, also beliebige Anordnung der Antriebsvorrichtung für den Marknagel.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist einer der beiden Teile des Marknagels als äußeres Rohr ausgebildet, in welchem der andere, innere Teil verschiebbar und insbesondere drehfest geführt ist. Bevorzugt ist dabei zwischen den beiden Teilen eine Verdrehsicherung, insbesondere eine Paßfederverbindung vorgesehen. Man erhält eine besonders stabile und funktionssichere Ausbildung des Nagels, dessen Baugröße zugleich sehr gering gehalten werden kann. Es ist aber auch möglich, die Sperrvorrichtung zwischen dem inneren Teil und einer Stange vorzusehen, auf welcher das dann ebenfalls als Rohr ausgebildete innere Teil verschiebbar geführt ist.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Stange aus einer Formgedächtnislegierung gebildet ist, die bei Temperaturänderung eine Längenänderung der Stange bewirkt. Durch vorgesehene Mittel zur Temperaturänderung der Stange kann diese hin- und herbewegt und somit der erste Teil des Marknagels gegenüber dem zweiten Teil verschoben werden. Die Erwärmung kann dabei über eine Heizspirale erfolgen, die wiederum von außerhalb des Körpers des Patienten, beispielsweise induktiv, mit Energie versorgt werden kann. Die Beeinträchtigung des Patienten wird damit wiederum sehr gering gehalten.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung greifen die beiden Teile des Marknagels ineinander und ist zwischen den beiden Teilen ein selbsthemmendes Gewinde vorgesehen, so daß bei Verdrehen des inneren Teils durch den automatischen Antrieb dieses gegen das äußere Teil axial verschoben, eine Rückbewegung jedoch verhindert wird. Als Antrieb kann auch hierbei ein Bauteil aus einer Formgedächtnislegierung dienen, welches bei Temperaturänderung ein Drehmoment erzeugt. Das Bauteil kann beispielsweise als Spirale ausgebildet sein.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die Form des Marknagels an die Form des Markraums angepaßt. Insbesondere weist der Marknagel eine der Krümmung des Markraums entsprechende Krümmung auf. Die Belastung und Beeinträchtigung des Knochens kann hierdurch verringert werden. Außerdem ist die Einführung des Marknagels in den Knochen und das Auseinanderfahren erleichtert.

Für die Verwendung im Oberschenkelbereich weist der Marknagel der erfindungsgemäßen Distraktionsvorrichtung bevorzugt die Form eines run-

den Zylinders mit kontinuierlicher durchgehender Krümmung auf. Bei der Verwendung im Unterschenkelbereich ist es bevorzugt, wenn der Marknagel zwei abgewinkelte oder gekrümmte Enden aufweist. Diese Formen haben sich sowohl hinsichtlich der Belastung des Knochens als auch hinsichtlich der Funktion des Marknagels als besonders vorteilhaft erwiesen. Eine entsprechende Anpassung ist auch an die Knochen der oberen Extremitäten möglich und vorteilhaft.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind im wesentlichen alle Teile der erfindungsgemäßen Distraktionsvorrichtung, insbesondere der Hydraulikantrieb, in das den Knochen enthaltende Körperteil implantierbar. Hierdurch wird die Gefahr von Infektionen durch Eindringen von Keimen von außen durch die Haut ausgeschlossen. Auch für das Befinden des Patienten ist die vollständige Unterbringung der Vorrichtung im betroffenen Körperteil von Vorteil. Die Antriebsenergie des Hydraulikantriebs kann entweder durch einen ebenfalls implantierbaren Energiespeicher oder von außen, beispielsweise induktiv, zur Verfügung gestellt werden.

Als Hydraulikflüssigkeit wird bevorzugt eine physiologische Kochsalzlösung verwendet. Dies verhindert bei einer Leckage des Hydrauliksystems Probleme durch im Körper des Patienten vorhandene Fremdflüssigkeit.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist eine in den Körper des Patienten implantierbare Meßeinrichtung für die Bewegung des Marknagels vorgesehen, insbesondere zur Messung von Druck, Dehnung, Drehmoment und Temperatur. Durch diese Meßeinrichtung kann der Knochenaufbauprozess überwacht und protokolliert werden, ohne daß der Patient durchleuchtet werden muß und somit ohne die dadurch hervorger-



riefene Belastung des Patienten. Die Druckmessung kann dabei auch indirekt über eine Druckmessung im Hydrauliksystem erfolgen.

Zur Protokollierung der gemessenen Werte ist bevorzugt ein in den Körper implantierbarer Speicher vorgesehen. Des weiteren kann ein ebenfalls bevorzugt in den Körper implantierbarer Sender vorgesehen sein, um die Meßwerte nach außen zu übertragen. Hierdurch ist es möglich, ohne Eingriff in den Körper des Patienten die festgestellten Meßwerte abzurufen und zu überprüfen. Aus diesen Meßwerten können für die Behandlung wichtige Daten entnommen oder abgeleitet werden, wie beispielsweise die Distraktionsstrecke und der Distraktionsverlauf.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist eine ebenfalls bevorzugt in den Körper implantierbare Regeleinrichtung zur automatischen Regelung der Marknagelbewegung vorgesehen. Mit einer derartigen Regeleinrichtung kann die Marknagelbewegung optimiert und eine zu große Belastung des Patienten vermieden werden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird nachfolgend beschrieben. Es zeigen, jeweils in schematischer Darstellung,

Fig. 1      den grundsätzlichen Aufbau einer erfindungsgemäßen Distraktionsvorrichtung mit einem teilweise ausgefahrenen Marknagel in teilweise geschnittener Darstellung,

- Fig. 2 eine Fig. 1 entsprechende Darstellung einer Variante einer erfindungsgemäßen Distraktionsvorrichtung,
- Fig. 3 eine teilweise geschnittene Darstellung eines Teils des Marknagels einer weiteren Variante der erfindungsgemäßen Distraktionsvorrichtung,
- Fig. 4 eine Fig. 3 entsprechende Darstellung einer weiteren Variante der erfindungsgemäßen Distraktionsvorrichtung,
- Fig. 5 einen Querschnitt durch ein Detail einer erfindungsgemäßen Distraktionsvorrichtung,
- Fig. 6 eine teilweise geschnittene Darstellung des Marknagels einer weiteren Variante der erfindungsgemäßen Distraktionsvorrichtung,
- Fig. 7 einen Schnitt durch einen Teil eines Marknagels als noch einer Variante der erfindungsgemäßen Distraktionsvorrichtung und
- Fig. 8 einen Querschnitt gemäß Linie AA in Fig. 7.

Die erfindungsgemäße Distraktionsvorrichtung umfaßt einen in den Markraum eines Knochens einführbaren Marknagel 1, welcher zwei axial auseinanderfahrbare, jeweils an einem der beiden Knochenteile befestigbare Teile 2, 3 aufweist, sowie eine hydraulische Antriebseinrichtung 4 zum

Auseinanderfahren der beiden Teile 2, 3 des Marknagels 1. Der Hydraulikantrieb 4 ist im Körper des Patienten implantierbar und induktiv mit Antriebsenergie von außen versorgbar. Er umfaßt einen Druckgeber 5, welcher über eine Hydraulikleitung 6 mit den beiden als Kolben-Zylindereinheit 8, 9 ausgebildeten Teilen 2, 3 des Marknagels 1 verbunden ist.

Bei den in den Fig. 1 und 2 dargestellten Varianten weist der erfindungsgemäße Marknagel zwei teleskopartig auseinanderfahrbare, über eine Ringdichtung 7 gegeneinander abgedichtete koaxiale Rohre 8, 9 auf, wobei das innere Rohr 8 an dem distalen Teil 2 und das äußere Rohr 9 an dem proximalen Teil 3 des Marknagels 1 angeordnet ist. Das innere Rohr 8 ist in ein anatomisch gekrümmtes distales Endstück 10 des Marknagels 1 eingesetzt, welches mit zwei Durchgangsbohrungen 11 versehen ist, in welche hier nicht dargestellte Befestigungsmittel, insbesondere Befestigungsschrauben einsetzbar sind, die an einem Knochenteil anbringbar sind. Eine der beiden Durchgangsbohrungen weist dabei einen dem Durchmesser des Endstücks annähernd entsprechenden Durchmesser auf. Das äußere Rohr 9 ist an einem ebenfalls anatomisch gekrümmten proximalen Endstück 13 angeordnet, welches zwei Durchgangsbohrungen 14 für ebenfalls an einem Knochenteil festlegbare Befestigungsmittel, insbesondere Schrauben, aufweist.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Variante ist konzentrisch zu und innerhalb des äußeren Rohres 9 an dem proximalen Endstück 13 des Marknagels 1 eine Stange 16 angeordnet, auf welcher das innere Rohr 8 axial verschiebbar und radial dichtend geführt ist. Die Stange 16 ist auf ihrer Außenseite mit Rastausnehmungen 17 versehen, in welche an der im äußeren Rohr 9

liegenden Stirnseite des inneren Rohrs 8 vorhandene, elastisch gegen die Stange 16 vorgespannte Klauen 18 einrastbar sind. Wie dargestellt, sind mindestens zwei solche Klauen 18 auf voneinander abgewandten Seiten der Stange 16 vorgesehen. Entsprechend sind auf voneinander abgewandten Seiten der Stange 16 Paare von Ausnehmungen 17 vorgesehen, wobei mehrere Paare solcher Ausnehmungen 17 auf der Stange 16 axial hintereinander angeordnet sind, so daß die Klauen 18 beim Ausfahren des inneren Rohres 8 aus dem äußeren Rohr 9 nacheinander in mehrere solcher Paare von Ausnehmungen 17 einrasten können.

Durch die Ringdichtung 7, das innere Rohr 8, das äußere Rohr 9, das distale Endstück 10 und das proximale Endstück 13 wird ein Druckraum 19 gebildet. Der Druckraum 19 ist über einen Verbindungskanal 20 im proximalen Endstück 13 mit einer zentralen Bohrung 21 im proximalen Endstück 13 des Marknagels 1 verbunden. Über ein in Fig. 1 nicht dargestelltes Rückschlagventil ist die zentrale Bohrung 21 an die Hydraulikleitung 6 angeschlossen.

Bei der in Fig. 2 dargestellten Variante sind die Rastausnehmungen 17 auf der Innenumfangsseite des äußeren Rohres 9 vorgesehen. Entsprechend weisen die am proximalen Ende des inneren Rohres 8 vorhandenen Klauen 18 federnd nach außen. Eine zentrale Stange ist bei dieser Ausgestaltung daher nicht erforderlich.

Bei beiden Varianten der Fig. 1 und 2 ist das innere Rohr 8 zudem mit einer Paßfedernut 12 versehen, in welche ein am äußeren Rohr 9 vorhandener Gleitring 15 mit einem entsprechenden Vorsprung eingreift, um das

innere Rohr 8 gegenüber dem äußeren Rohr 9 gegen ein Verdrehen zu sichern.

Bei der in Fig. 3 dargestellten Variante eines erfindungsgemäßen Marknagels 1 ist in einem einen bevorzugt kreisförmigen Querschnitt aufweisenden Zylinder 23 ein Kolben 24 verschiebbar geführt. Der Kolben 24 ist mittels zweier an seinen beiden Enden vorgesehener Ringdichtungen 25 gegenüber dem Zylinder 23 abgedichtet. Auf der proximalen Seite des Kolbens 24 ist im Zylinder 23 ein Druckraum 19 ausgebildet, welcher über einen nicht dargestellten Hydraulikanschluß mit einem Hydraulikantrieb verbindbar ist. Durch Zufuhr von Druckfluid in den Druckraum 19 ist der Kolben 24 auf der proximalen Seite mit einem Hydraulikdruck beaufschlagbar und dadurch im Zylinder 23 zum distalen Ende hin verschiebbar.

Etwa in der Mitte ist der Kolben 24 mit einem beidseits radial über seinen Außenumfang vorstehenden Führungsstift 26 versehen, welcher in zwei in Axialrichtung des Marknagels 1 verlaufende Langlöcher 27 in den jeweils gegenüberliegenden Wänden des Zylinders 23 eingreift. Über den Führungsstift 26 ist der Kolben 24 im Zylinder 23 gegen ein Verdrehen gesichert. Zugleich wirkt der Führungsstift 26 als Anschlag für die Vorschubbewegung des Kolbens 24 im Zylinder 23.

An dem distalen Ende des Zylinders 23 ist wiederum ein Endstück 10 vorgesehen, welches mit zwei Durchgangsöffnungen 11 versehen ist, in welche hier nicht dargestellte Befestigungsmittel zur Befestigung des Zylinders 23 an einem Knochen einsetzbar sind. Entsprechend ist der Kolben 24 mit einer zum Führungsstift 26 parallelen Durchgangsöffnung 22 ver-

sehen, die mit den Langlöchern 27 fluchtet. So kann ein an einem Knochenstück verankertes Befestigungsmittel durch die Durchgangsöffnung 22 hindurchgeführt und das Knochenstück an dem Kolben befestigt werden.

Die in Fig. 4 dargestellte weitere Variante eines erfindungsgemäßen Marknagels 1 stimmt weitgehend mit der Variante von Fig. 3 überein. Der wesentliche Unterschied besteht darin, daß hier der Kolben 24 zusätzlich mit einem achsparallelen Hydraulikkanal 28 versehen ist, an welchen eine Hydraulikdruckleitung 29 anschließbar ist. Auf diese Weise kann der auf der distalen Seite des Kolbens 24 zwischen diesem und dem Zylinder 23 gebildete Raum 19 mit Hydraulikdruck beaufschlagt werden. Der Kolben 24 wird bei dieser Variante also, wie mit Pfeil II angegeben, vom distalen Ende zum proximalen Ende des Marknagels 1 hin verschoben, während er bei der zuvor beschriebenen Variante gemäß Pfeil I vom proximalen Ende zum distalen Ende hin verschoben wird. Entsprechend ist bei der Variante von Fig. 4 die Durchgangsöffnung 22 auf der proximalen Seite des Führungsstiftes 26 vorgesehen, während sie sich bei der Variante von Fig. 3 auf der distalen Seite befindet.

Die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist in allen Fällen derart, daß der Marknagel 1 in den Markraum eines Röhrenknochens eingeführt wird, wobei bevorzugt ein Aufbohren des Markraums nicht erforderlich ist. Nach dem Einführen des Marknagels 1 werden dessen Teile 2 und 3 mit zwei auseinanderzubewegenden Teilen des Knochens verbunden. Gegebenenfalls wird der Knochen zur Bildung zweier solcher Teile an geeigneter Stelle durchtrennt.

Bei der in Fig. 1 und 2 dargestellten Distraktionsvorrichtung wird nach Einbringen und Festlegen des Marknagels 1 der Hydraulikantrieb 4 betätigt, um die Teile 2, 3 des Marknagels 1 auseinanderzubewegen. Aus dem Druckgeber 5 wird Druckfluid über die Hydraulikleitung 6 zum Marknagel 1 gefördert, wo es über das Rückschlagventil, die zentrale Bohrung 21 und den Verbindungskanal 20 im proximalen Endstück 13 zum Druckraum 19 gelangt. Der erzeugte Hydraulikdruck wirkt auf die Stirnseite des inneren Rohres 8 und drückt dieses teleskopartig aus dem äußeren Rohr 9 heraus, wobei das innere Rohr 8 mit seinen Klauen 18 in die Rastausnehmungen 17 der Stange 16 bzw. des äußeren Rohres 9 einrastet, sobald diese miteinander fluchten. Die Rastausnehmungen 17 sind dabei so verteilt, daß nach jedem geplanten Vorschubvorgang bis zum maximalen Verschiebeweg der beiden Teile 2, 3 des Marknagels 1 gegeneinander ein Einrasten möglich ist, um eine Rückbewegung des inneren Rohres mit dem distalen Endstück 10 in das äußere Rohr 9 zu verhindern. Durch den Abstand der Raststellen ist jedoch eine Rückbewegung um eine geringe gewünschte Strecke möglich.

Über das mit dem inneren Rohr 8 ausgeschobene distale Endstück 10 wird der daran befestigte Knochenteil von dem an dem proximalen Endstück 13 befestigten Knochenteil entfernt. Dies geschieht derart langsam und in zeitlichen Intervallen, daß sich in der entstehenden Lücke Knochensubstanz bilden kann, welche die Lücke mit der Zeit verschließt. Nach Beendigung der Distraktion ist dadurch der Knochen um ein entsprechendes Stück verlängert worden.

Die Verwendung der in den Fig. 3 und 4 dargestellten Varianten erfolgt grundsätzlich in derselben Weise wie bei der zuvor beschriebenen Varian-

te, wobei der Marknagel von Fig. 4 eine Bewegung eines Knochenteils vom distalen zum proximalen Ende ermöglicht.

Das in Fig. 5 dargestellte Rückschlagventil ist zur Anordnung in einem proximalen Endstück 13 eines Marknagels 1 vorgesehen. In einem Halter 35 ist eine Druckkugel 30 gelagert, die durch eine im Halter 35 abgestützte Feder gegen einen Dichtring 31 gepreßt wird. Der Dichtring 31 ist in einer Druckplatte 32 gelagert, welche in einer Ausnehmung 38 des proximalen Endstücks 13 verschiebbar und mittels eines Dichtrings 37 dichtend geführt ist. Der über die Druckkugel 30 auf den Dichtring 31 ausgeübten Kraft wirkt dabei die Kraft einer Federanordnung 33 entgegen, die zwischen Druckplatte 32 und proximalem Endstück 13 angeordnet ist.

Über zentrale Ausnehmungen der Federanordnung 33 und der Druckplatte 32 ist die Dichtkugel 30 mit über die Hydraulikleitung 6 herangeführtem Druckfluid beaufschlagbar. Die Hydraulikleitung 6 ist dabei über einen Druckkegel 36 unter radialer Komprimierung im distalen Endstück 13 verankert. Bei entsprechendem Hydraulikdruck hebt die Dichtkugel 30 vom Dichtring 31 unter Komprimierung der Feder 34 ab, so daß Druckfluid zwischen Dichtkugel 30 und Dichtring 31 vorbeiströmen und das Rückschlagventil passieren kann. Sobald der Druck abfällt, schließt das Rückschlagventil wieder, indem die Dichtkugel 30 von der Feder 34 gegen den Dichtring 31 gepreßt wird.

Bei einer Krafteinwirkung auf den Marknagel 1 entgegen der Distraktionsrichtung wird das Druckfluid im Druckraum 19 unter Druck gesetzt. Durch das Rückschlagventil wird dabei ein Rückfließen von Druckfluid aus dem Druckraum 19 in die Hydraulikleitung 6 verhindert. Gleichzeitig



ermöglichen die Federn 33 eine gewisse Verschiebung der Druckplatte 32 und damit des distalen Teiles 2 des Marknagels 1. Auf diese Weise kann trotz blockierter Rückbewegung des Marknagels 1 eine gewünschte kleine Rückbewegung stattfinden, um das Knochenwachstum anzuregen.

Bei der in Figur 6 dargestellten Variante der erfindungsgemäßen Distraktionsvorrichtung ist sowohl das äußere Rohr 9 als auch das innere Rohr 8 auf der Innenseite mit Rastausnehmungen 17 versehen. Die Stange 16, auf welcher das innere Rohr 8 geführt ist, und das innere Rohr 8 weisen jeweils an ihrem innenliegenden Ende Klauen 18 auf, die in die zugeordneten Rastausnehmungen eingreifen.

Im Bereich des im äußeren Rohr 9 festgelegten Endes der aus einer Formgedächtnislegierung gebildeten Stange 16 ist eine Heizspirale 39 vorgesehen, über welche die Stange 16 erwärmbar ist. Die Energieversorgung der Heizspirale erfolgt über entsprechende, nicht dargestellte Leitungen, die über eine Ausnehmung 40 im proximalen Endstück 3 des Marknagels 1 zur Heizspirale 39 geführt sind. Die Energieversorgung selbst erfolgt bevorzugt induktiv von außerhalb des Körpers des Patienten.

Bei Energiezufuhr zu der Heizspirale 39 erwärmt diese die Stange 16, die sich daraufhin aufgrund der Materialeigenschaften der Formgedächtnislegierung erheblich ausdehnt. Eine Ausdehnung kann beispielsweise etwa 7 % der Gesamtlänge der Stange 16 betragen. Über die Klauen 18 und die Rastausnehmungen 17 des inneren Rohres 8 wird dieses beim Ausdehnen der Stange 16 mitgenommen und aus dem äußeren Rohr 9 ausgefahren. Nach Abschalten der Energiezufuhr zur Heizspirale 19 kühlt die Stange 16 wieder ab, insbesondere auf die Körpertemperatur des Patienten. Die

Stange 16 zieht sich wieder zusammen, wobei die Klauen 18 über die Rastausnehmungen 17 des inneren Rohres 8 ratschen. Eine Rückbewegung des inneren Rohres 8 wird dabei durch die Klauen 18 des inneren Rohres 8 verhindert, die in die Rastausnehmungen 17 des äußeren Rohres 9 eingreifen. Durch zyklisches Erwärmen der Stange 16 kann so das innere Rohr 8 aus dem äußeren Rohr 9 ausgeschoben werden. Das heißt, das distale Endstück 2 des Marknagels 1 wird aus dem proximalen Endstück 3 teleskopisch ausgefahren und dadurch die beiden Knochenteile auseinanderbewegt.

In entsprechender Weise kann auch eine umgekehrte Bewegung stattfinden. Insbesondere kann ein derartiger Antrieb mit vom Gedächtnislegierung auch bei einem Marknagel gemäß den Figuren 3 und 4 eingesetzt werden.

Die in Figur 7 und 8 dargestellte Variante einer erfindungsgemäßen Distraktionsvorrichtung verwendet ebenfalls ein Bauteil aus einer Formgedächtnislegierung. In diesem Ausführungsbeispiel handelt es sich jedoch um eine Spirale 41 aus einer solchen Legierung, die sich bei Erwärmung in Spiralrichtung verlängert und dadurch ein Drehmoment erzeugt. Die Spirale 41 ist im äußeren Rohr 9 angeordnet und mit ihrem einen Ende an einem in dem äußeren Rohr 9 axial verschiebbar, aber drehfest geführten ersten Element 42 und mit ihrem anderen Ende an einem zweiten Element 43 festgelegt. Das zweite Element 43 ist ebenfalls im äußeren Rohr 9 verschiebbar geführt. Im Gegensatz zum ersten Element 42 ist das zweite Element 43 aber um einen kleinen Winkel gegenüber dem äußeren Rohr 9 verdrehbar geführt. Hierfür weisen die beiden Elemente 42 und 43 sowie das äußere Rohr übereinstimmende Paßfedernuten 44 auf, in die

einerseits eine breite Paßfeder 45 zwischen erstem Element 42 und äußerem Rohr 9 und andererseits eine schmale Paßfeder 46 zwischen zweitem Element 43 und äußerem Rohr 9 eingreifen. Zwischen schmaler Paßfeder 46 und Paßfedernut 44 verbleibt somit ein Freiraum, der ein Verdrehen des zweiten Elementes 43 gegenüber dem äußeren Rohr 9 um einen kleinen Winkel zuläßt.

Auf der in der Spirale 41 abgewandten Seite des zweiten Elementes 43 ist in dem äußeren Rohr 9 eine ausfahrbare Stange 47 vorhanden, die in dem äußeren Rohr 9 drehfest und gleitend geführt ist. Hierfür ist auch zwischen der Stange 47 und dem äußeren Rohr 9 eine in entsprechende Paßfedernuten 44 eingreifende breite Paßfeder 45 vorgesehen. Zwischen der Ausschubstange 47, die insbesondere dem distalen Ende des Marknagels 1 zugeordnet, und dem zweiten Element 43 ist ein drittes Element 48 vorgesehen, welches drehbar mit der Ausschubstange 47 verbunden ist. Hierfür ist zwischen dem dritten Element 48 und der Ausschubstange 47 ein Axiallager 49 vorhanden. Das dritte Element 48 ist an seinem Umfang mit einem Außengewinde 50 versehen, welches in ein auf der Innenseite des Außenrohres 9 vorhandenes Innengewinde 51 eingreift.

Zwischen dem dritten Element 48 und dem zweiten Element 43 ist eine Stirnverrastung vorgesehen, die nur in einer Drehrichtung des zweiten Elementes 43 gegen das dritte Element 48 wirkt. Schließlich ist das erste Element 42 über eine Axialschraube 53, welche die beiden Elemente 42 und 43 durchgreift und mit dem dritten Element 48 verbunden ist. Innerhalb der Spirale 41 ist eine Heizspirale 39 angeordnet, die über eine Leitung 54 mit Energie beaufschlagbar ist.

Über die Heizspirale 39 wird die Spirale 41 aus vom Gedächtslegierung erwärmt, die sich daraufhin in Spiralrichtung verlängert und das zweite Element 43 entsprechend verdreht. Das zweite Element 43 nimmt über die Stirnverrastung 52 das dritte Element 48 mit, welches seinerseits die Stange 47 aufgrund des Eingriffs seines Außengewindes 50 in das Innengewinde 51 des äußeren Rohres 9 definiert verschiebt. Über die Axialschraube 53 wird auch das erste Element 42 mitgenommen. Nach Wiederabkühlen der Spirale 41 verkürzt sich diese und dreht das zweite Element 43 in seine Ausgangslage zurück. Wegen der einseitig ausgebildeten Stirnverrastung 52 wird dabei das dritte 48 und die Ausschubstange 47 nicht mitgenommen. Diese verbleiben vielmehr in ihrer ausgeschobenen Lage. Einer Rückbewegung der Ausschubstange 47 bei äußerer Belastung wirkt die selbsthemmende Eigenschaft der beiden miteinander in Eingriff stehenden Gewinde 50 und 51 entgegen. Ein Wiederezusammenfahren des Marknagels ist dadurch also gesperrt.

Nicht dargestellt ist die ebenfalls in das den Knochen enthaltende Körperteil implantierbare Sensorik, durch welche der Behandlungsverlauf kontrolliert werden kann, ohne daß der Patient durchleuchtet werden muß, was dessen Belastung weiter verringert. Insbesondere wird eine Kraft- und Wegmessung durchgeführt, beispielsweise mittels eines Dehnungsmeßstreifens oder eines potentiometrisch arbeitenden Längenmeßsystems. Die Sensorik kann auch dazu verwendet werden, ein Regelsystem für den Vorschub des Marknagels auszubilden, insbesondere für die Vorschubgeschwindigkeit. Der erfindungsgemäße Marknagel kann mit Querschnitten von 10 mm und kleiner ausgebildet werden und eignet sich daher besonders auch für kleinere Knochen, also Knochen der oberen Extremitäten oder kindlichen Knochen.

Ebenfalls nicht dargestellt ist die Möglichkeit eines Telemetriesystems, um während des Einsatzes des Marknagels über entsprechende Meßeinrichtungen festgestellte Daten wie Druck, Dehnung, Drehmoment und Temperatur aus dem Körper des Patienten nach außen zu übertragen. Zusätzlich kann ein Speicher vorgesehen sein, der ebenso wie der Sender bevorzugt im Körper des Patienten implantierbar ist. In diesem Speicher werden die Daten für einen Abruf von außen gespeichert. Die Aktivierung des Telemetriesystemes kann durch einen Reed-Schalter mit Hilfe eines Magneten erfolgen, der innerhalb der Sendespule untergebracht ist. Gegebenenfalls können noch Sicherungsmechanismen eingebaut werden, um eine Fehlaktivierung durch äußere Störungen zu vermeiden.

### Patentansprüche

1.    Distraktionsvorrichtung zum Auseinanderbewegen zweier Teile eines Knochens, insbesondere zur Knochenverlängerung oder zur Überbrückung einer Knochenlücke, mit einem in den Markraum eines Knochens einführbaren Marknagel (1), welcher zwei axial gegeneinander verschiebbare, jeweils an einem der beiden Knochenteile befestigbare Teile (2, 3) aufweist, und mit einer automatischen Antriebseinrichtung (4) zum Verschieben der beiden Teile (2, 3) des Marknagels (1) gegeneinander, dadurch gekennzeichnet, daß eine zwischen dem ersten Teil (2) und zweiten Teil (3) des Marknagels (1) wirksame Sperrvorrichtung (17, 30, 31, 50, 51) vorhanden ist, die eine Rückbewegung der beiden gegeneinander verschobenen Teile (2, 3) verhindert oder eine gewünschte geringfügige Rückbewegung der beiden Teile (2, 3) zuläßt, wobei insbesondere der Betrag der zulässigen Rückbewegung mit zunehmender Verschiebung der beiden Teile (2, 3) des Marknagels (1) zunimmt.
2.    Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Teile (2, 3) des Marknagels (1) als Kolben-Zylindereinheit (8, 9) ausgebildet sind, und daß der als Kolben (8) ausgebildete Teil (2) mittels eines insbesondere bezüglich Vortriebszeit und/oder -geschwindigkeit steuerbaren Hydraulikantriebs (4) gegenüber dem als Zylinder (9) ausgebildeten Teil (3) verschiebbar ist.

3.    Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß zwischen Hydraulikantrieb (4) und Kolben-Zylindereinheit (8, 9)  
ein Rückschlagventil (30, 31) angeordnet und der Ventilsitz (31) des  
Rückschlagventils in Schließrichtung des Ventils gesehen gegen die  
Kraft einer Rückstelleinrichtung (33) um eine gewünschte Strecke  
verschiebbar ist.
4.    Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Sperrvorrichtung durch einander zugeordnete Einrastele-  
mente (18) an dem einen Teil (2) des Marknagels und Rastausneh-  
mungen (17) an dem anderen Teil (3) des Marknagels (1) gebildet ist,  
die in Distraktionsrichtung aufeinanderfolgend angeordnet sind,  
wobei insbesondere der Abstand aufeinanderfolgender Einraststellen  
in Verschieberichtung der beiden Teile (2, 3) des Marknagels (1) zu-  
nimmt.
5.    Distraktionsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprü-  
che,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß einer der beiden Teile (2, 3) des Marknagels (1) als äußeres Rohr  
(9) ausgebildet ist, in welchem der andere, innere Teil (8) verschieb-  
bar und insbesondere drehfest geführt ist und daß das äußere Rohr  
(9) auf seiner Innenseite Rastausnehmungen (17) aufweist, in wel-  
che an dem inneren Teil (8) vorhandene, elastisch gegen das äußere  
Rohr (9) vorgespannte Klauen (18) einrastbar sind.

6.    Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der innere Teil ebenfalls als Rohr (8) ausgebildet ist, welches auf einer mit dem äußeren Rohr (9) fest verbundenen Stange (16) axial verschiebbar geführt ist, und daß das innere Rohr (8) und die Stange (16) einander zugeordnete Einrastelemente (17, 18) aufweisen, wobei insbesondere die Stange auf ihrer Außenseite mit Rastausnehmungen (17) versehen ist, in welche insbesondere stirnseitig an dem inneren Rohr vorhandene, elastisch gegen die Stange (16) vorgespannte Klauen (18) einrastbar sind.
7.    Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß sowohl zwischen innerem Rohr (8) und äußerem Rohr (9) als auch zwischen innerem Rohr (8) und Stange (16) einander jeweils zugeordnete Einrastelemente (17, 18) vorgesehen sind, und daß die Stange (16) mindestens abschnittsweise mittels eines Antriebs hin- und herbewegbar ist.
8.    Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 6 oder 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Stange (16) aus einer Formgedächtnislegierung gebildet ist, die bei Temperaturänderung eine Längenänderung der Stange (16) bewirkt, und daß Mittel zur Änderung der Temperatur der Stange (16) vorgesehen sind.



9.     Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die beiden Teile (2, 3) des Marknagels (1) ineinandergreifen, und  
daß zwischen den beiden Teilen (2, 3) ein selbsthemmendes Gewinde (51, 51) vorgesehen ist, so daß bei Verdrehen des inneren Teils (2) durch den automatischen Antrieb dieses gegen das äußere Teil (3) axial verschoben, eine Rückbewegung jedoch verhindert wird, wobei vorzugsweise als Antrieb ein Bauteil (41) aus einer Formgedächtnislegierung dient, welches bei Temperaturänderung ein Drehmoment erzeugt.
  
10.    Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Bauteil als Spirale (41) ausgebildet ist, die mit ihrem einen Ende einem in dem äußeren Teil (3) axial verschiebbar, aber drehfest geführtem ersten Element (42) und mit ihrem anderen Ende an einem zweiten Element (43) festgelegt ist, welches ebenfalls im äußeren Teil (3) verschiebbar, aber um mindestens einen kleinen Winkel verdrehbar geführt ist und mit dem inneren Teil (2) des Marknagels (1) eine in nur einer Richtung wirkende Drehverbindung, insbesondere Stirnverrastung (52) aufweist, und daß das erste Element (42) mit dem inneren Teil (2) des Marknagels (1) drehbar verbunden ist.

11. Distraktionsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der innere Teil (8) des Marknagels (1) vollständig innerhalb des äußeren Teils (9) angeordnet und über mindestens eine axial verlaufende Ausnehmung (27) des äußeren Teils (9) mit einem Knochenteil verbindbar ist, wobei bevorzugt der äußere Teil (9) als Zylinder (23) und der innere Teil (8) als in dem Zylinder (23) dichtend geführter Kolben (24) ausgebildet ist, und daß der Zylinder (23) auf der proximalen Seite des Kolbens (24) als Druckraum (19) ausgebildet ist und dort einen Anschluß für die Hydraulikleitung (6) vom Hydraulikantrieb (4) aufweist oder der Zylinder (23) auf der distalen Seite des Kolbens (24) als Druckraum (19) ausgebildet ist, welcher über einen axial verlaufenden Hydraulikkanal (28) im Kolben (24) mit einer auf der proximalen Seite des Kolbens (24) vorhandenen Hydraulikleitung (29) vom Hydraulikantrieb (4) verbunden ist.
12. Distraktionsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Marknagel (1) im wesentlichen die Form eines runden Zylinders mit zwei abgewinkelten oder gekrümmten Enden aufweist und die Außenabmessungen des Marknagels (1) so gewählt sind, daß der Marknagel (1) ohne Aufbohren fester Knochensubstanz in den Markraum des Knochens einführbar ist.

13. Distraktionsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Marknagel (1) ein distales Endstück (10) mit einer abgerundeten Spitze und einer Durchtrittsöffnung (11) für einen Bolzen aufweist, der an einem Knochenteil befestigbar ist, wobei der Querschnitt der Durchtrittsöffnung (11) annähernd so groß wie der Durchmesser des Endstückes an dieser Stelle ist und daß vorzugsweise eine zweite Durchtrittsöffnung (11) mit einem demgegenüber verhältnismäßig kleinen Querschnitt im Endstück (10) vorgesehen ist.

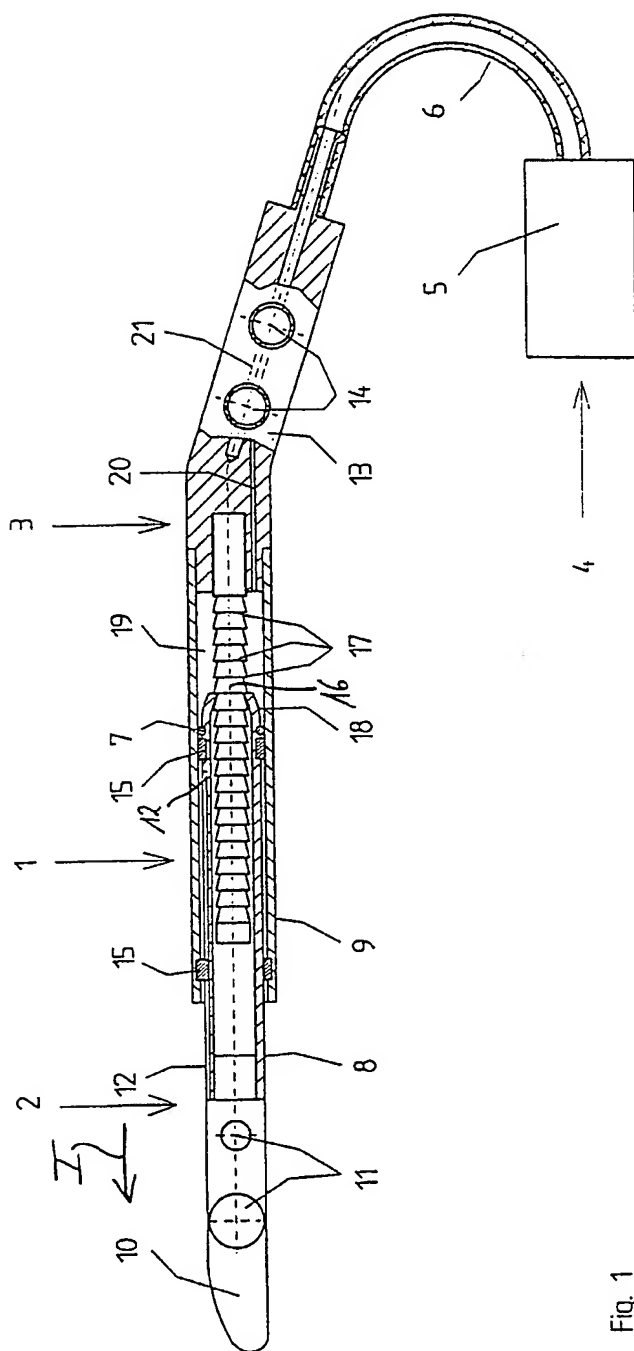


Fig. 1

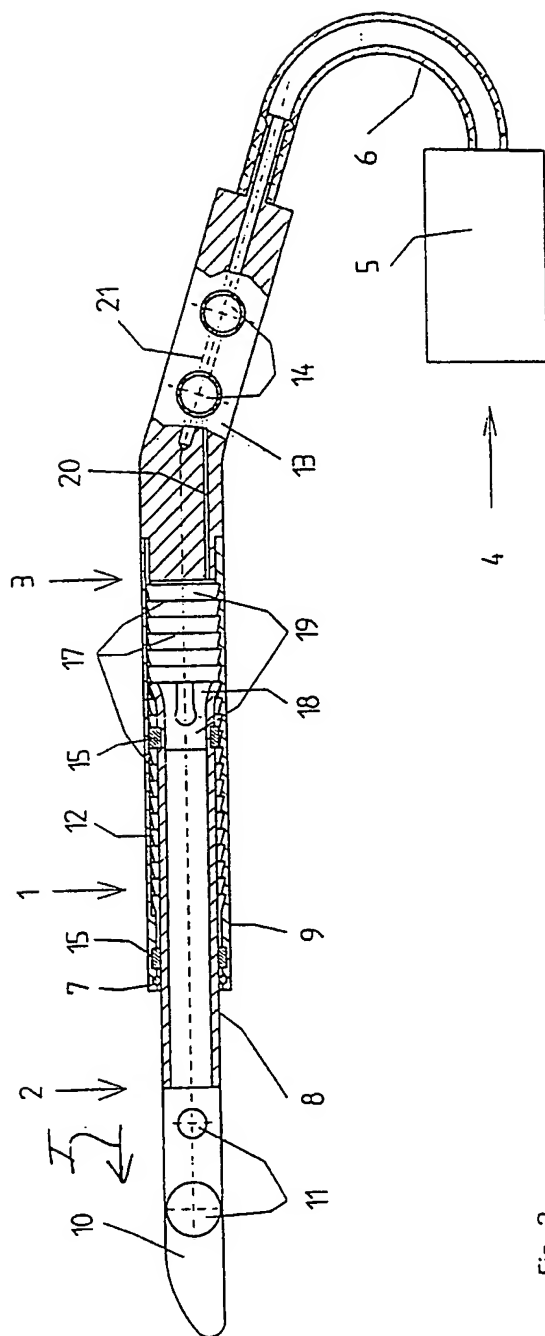


Fig. 2

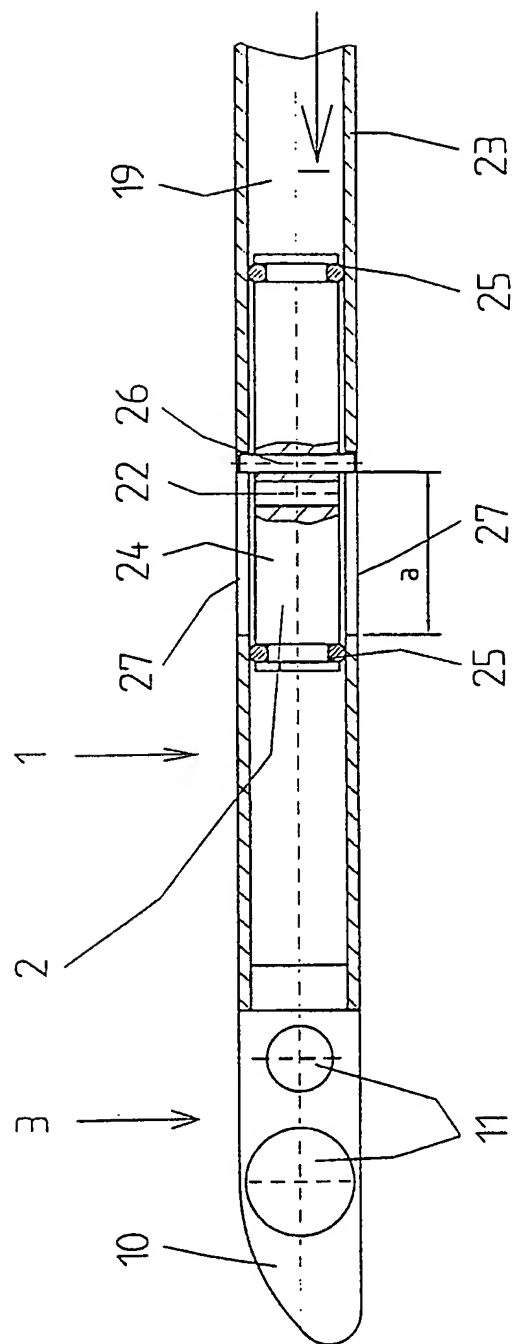


Fig. 3

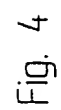


FIG. 5 WIRD IM INTERNATIONALEN VERFAHREN  
NICHT BERÜCKSICHTIGT



FIG. 6

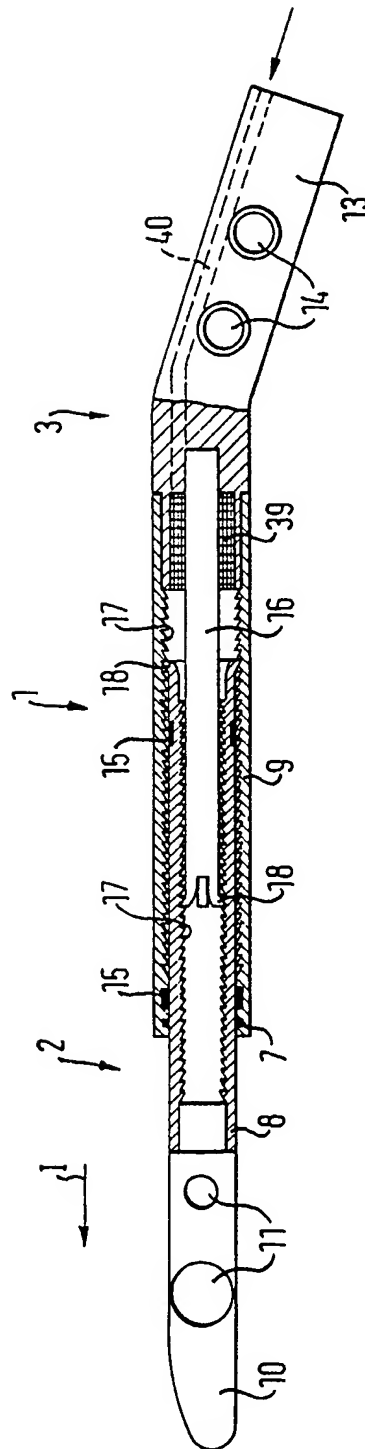


FIG. 7

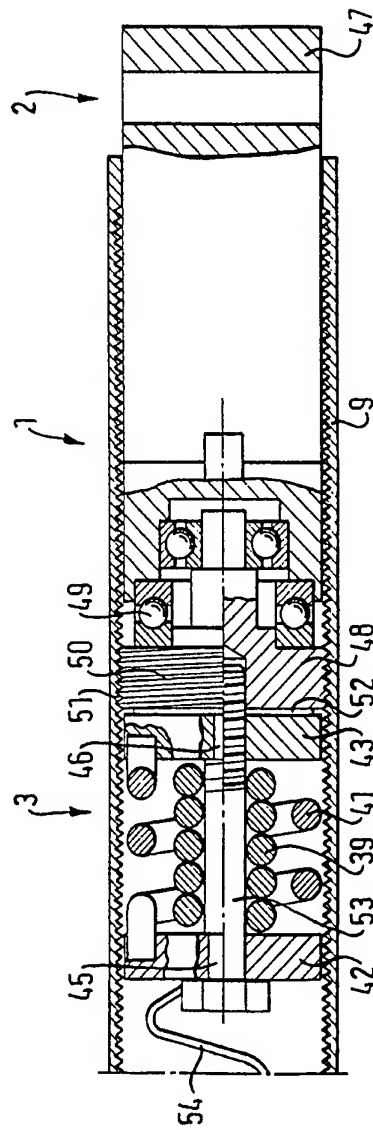
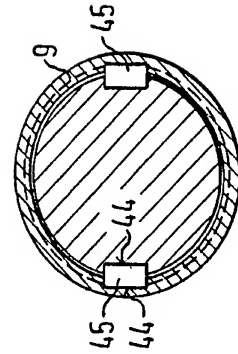


FIG. 8



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Publication No

PCT/EP 98/02413

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 A61B17/72

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X          | US 5 536 269 A (A.R.SPIEVACK) 16 July 1996<br>see abstract; figures 1,17<br>see column 4, line 14 - line 47<br>---  | 1,2,4,5,<br>12        |
| X<br>A     | FR 2 726 460 A (MEDINOV) 10 May 1996<br>see abstract; figures 1-3<br>---  | 1,4,5<br>8            |
| X<br>A     | US 5 415 660 A (M.P.CAMPBELL ET AL.) 16 May 1995<br>see abstract; figure 1<br>---   | 1,4-6<br>8            |
| X          | US 5 575 790 A (M.M.CHEN ET AL.) 19 November 1996<br>see abstract; figures 1,11<br>see column 3, line 50 - line 63<br>see column 5, line 37 - column 6, line 4<br>--- | 1,9,10                |
| -/--       |   |                       |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 July 1998

Date of mailing of the international search report

31/07/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Nice, P

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Publication No  
PCT/EP 98/02413

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A          | J.GOTZ ET AL: "KONTINUIERLICHE<br>VERLANGERUNG DES FEMUR BEI INTRAMEDULLARER<br>STABILISIERUNG "<br>ARCHIV FUER ORTHOPAEDISCHE UND<br>UNFALL-CHIRURGIE,<br>vol. 82, no. 4, 1 January 1975,<br>pages 305-310, XP000524031<br>siehe "Allgemeines Funktionsprinzip"<br>see figures 1,2<br>--- | 11                    |
| P,X        | US 5 626 581 A (J.H.STAEHLIN ET AL.) 6 May<br>1997<br>see figures 5A,6A-6G,9-10<br>see column 1, line 57 - line 67<br>see column 2, line 10 - line 19<br>see column 5, line 27 - column 6, line 65<br>see column 8, line 18 - line 60<br>-----   | 1-3,5-7               |

BEST AVAILABLE COPY

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/EP 98/02413

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| US 5536269 A                              | 16-07-1996          | US 5350379 A               | 27-09-1994          |
|   |                     | AU 1917295 A               | 04-09-1995          |
|   |                     | CA 2184006 A               | 24-08-1995          |
|   |                     | CN 1119928 A               | 10-04-1996          |
|   |                     | EP 0746257 A               | 11-12-1996          |
|   |                     | JP 9512717 T               | 22-12-1997          |
|   |                     | WO 9522292 A               | 24-08-1995          |
|   |                     | AT 161699 T                | 15-01-1998          |
|   |                     | CA 2156291 A               | 01-09-1994          |
|   |                     | DE 69407760 D              | 12-02-1998          |
|   |                     | EP 0684793 A               | 06-12-1995          |
|   |                     | ES 2115222 T               | 16-06-1998          |
|   |                     | JP 9504185 T               | 28-04-1997          |
|   |                     | WO 9418897 A               | 01-09-1994          |
|   |                     | US 5356411 A               | 18-10-1994          |
| FR 2726460 A                              | 10-05-1996          | NONE                       |                     |
| US 5415660 A                              | 16-05-1995          | NONE                       |                     |
| US 5575790 A                              | 19-11-1996          | NONE                       |                     |
| US 5626581 A                              | 06-05-1997          | NONE                       |                     |

BEST AVAILABLE COPY

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationaler Patentsymbol

PCT/EP 98/02413

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 A61B17/72

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 A61B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile  | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| X          | US 5 536 269 A (A.R.SPIEVACK) 16.Juli 1996<br>siehe Zusammenfassung; Abbildungen 1,17<br>siehe Spalte 4, Zeile 14 - Zeile 47<br>---   | 1,2,4,5,<br>12     |
| X<br>A     | FR 2 726 460 A (MEDINOV) 10.Mai 1996<br>siehe Zusammenfassung; Abbildungen 1-3<br>---   | 1,4,5<br>8         |
| X<br>A     | US 5 415 660 A (M.P.CAMPBELL ET AL.)<br>16.Mai 1995<br>siehe Zusammenfassung; Abbildung 1<br>---  | 1,4-6<br>8         |
| X          | US 5 575 790 A (M.M.CHEN ET AL.)<br>19.November 1996<br>siehe Zusammenfassung; Abbildungen 1,11<br>siehe Spalte 3, Zeile 50 - Zeile 63<br>siehe Spalte 5, Zeile 37 - Spalte 6, Zeile 4<br>--- | 1,9,10             |
| -/-        |   |                    |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24.Juli 1998

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

31/07/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Nice, P

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Beitr. Anspruch Nr. |
|------------|--|---------------------|
| A          | J.GOTZ ET AL: "KONTINUIERLICHE<br>VERLÄNGERUNG DES FEMUR BEI INTRAMEDULLARER<br>STABILISIERUNG "<br>ARCHIV FÜR ORTHOPAEDISCHE UND<br>UNFALL-CHIRURGIE,<br>Bd. 82, Nr. 4, 1.Januar 1975,<br>Seiten 305-310, XP000524031<br>siehe "Allgemeines Funktionsprinzip"<br>siehe Abbildungen 1,2<br>----- | 11                  |
| P,X        | US 5 626 581 A (J.H.STAEHLIN ET AL.) 6.Mai<br>1997<br>siehe Abbildungen 5A,6A-6G,9-10<br>siehe Spalte 1, Zeile 57 - Zeile 67<br>siehe Spalte 2, Zeile 10 - Zeile 19<br>siehe Spalte 5, Zeile 27 - Spalte 6, Zeile<br>65<br>siehe Spalte 8, Zeile 18 - Zeile 60<br>-----                          | 1-3,5-7             |

BEST AVAILABLE COPY

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationaler Patentsymbol

PCT/EP 98/02413

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 5536269 A                                       | 16-07-1996                    | US 5350379 A                      | 27-09-1994                    |
|  |                               | AU 1917295 A                      | 04-09-1995                    |
|  |                               | CA 2184006 A                      | 24-08-1995                    |
|  |                               | CN 1119928 A                      | 10-04-1996                    |
|  |                               | EP 0746257 A                      | 11-12-1996                    |
|  |                               | JP 9512717 T                      | 22-12-1997                    |
|  |                               | WO 9522292 A                      | 24-08-1995                    |
|  |                               | AT 161699 T                       | 15-01-1998                    |
|  |                               | CA 2156291 A                      | 01-09-1994                    |
|  |                               | DE 69407760 D                     | 12-02-1998                    |
|  |                               | EP 0684793 A                      | 06-12-1995                    |
|  |                               | ES 2115222 T                      | 16-06-1998                    |
|  |                               | JP 9504185 T                      | 28-04-1997                    |
|  |                               | WO 9418897 A                      | 01-09-1994                    |
|  |                               | US 5356411 A                      | 18-10-1994                    |
| FR 2726460 A                                       | 10-05-1996                    | KEINE                             |                               |
| US 5415660 A                                       | 16-05-1995                    | KEINE                             |                               |
| US 5575790 A                                       | 19-11-1996                    | KEINE                             |                               |
| US 5626581 A                                       | 06-05-1997                    | KEINE                             |                               |

BEST AVAILABLE COPY